



Docket No. 520.40755X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): OHSHIMA, et al

Serial No.: 09/973,000

Filed: October 10, 2001

Title: APPARATUS FOR DETECTING FOREIGN PARTICLE AND DEFECT AND THE SAME METHOD

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

► Honorable Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

December 28, 2001

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on:

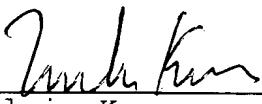
Japanese Patent Application No. 2000-309626
Filed: October 10, 2000

Japanese Patent Application No. 2000-388628
Filed: December 21, 2000

Two certified copies of said Japanese Patent Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Melvin Kraus
Registration No. 22,466

MK/gfa
Attachment

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年12月21日

出願番号

Application Number:

特願2000-388628

出願人

Applicant(s):

株式会社日立製作所

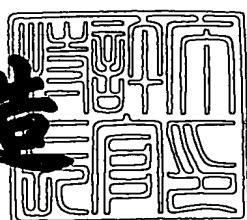
日立電子エンジニアリング株式会社



2001年 9月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3085601

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT00P0963

【提出日】 平成12年12月21日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 21/88

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 大島 良正

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 野口 稔

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 西山 英利

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 浜松 玲

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区東三丁目16番3号 日立電子エンジニア
リング株式会社内

【氏名】 鈴木 新一

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【特許出願人】

【識別番号】 000233480

【氏名又は名称】 日立電子エンジニアリング株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 異物・欠陥検出装置及び検出方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出装置であって、

上記被検査物にレーザビームを照射する照射手段と、該被検査物からの該レーザビームの反射散乱光を複数方向で検知し該検知結果を比較して該反射散乱光の指向性を検出する検出手段とを備え、該指向性により上記異物または欠陥を区別して検出するようにした構成を特徴とする異物・欠陥検出装置。

【請求項2】

レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出装置であって、

上記被検査物に対しレーザビームの入射光路を第1の入射光路と第2の入射光路とに分けて照射する照射手段と、該レーザビームの該被検査物からの反射散乱光を、該第1の入射光路の場合と該第2の入射光路の場合のそれぞれにつき複数方向で検知し該反射散乱光の指向性を電気信号として出力する検出手段と、を備え、該検出出力により上記異物または欠陥を区別して検出するようにした構成を特徴とする異物・欠陥検出装置。

【請求項3】

レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出装置であって、

上記被検査物にレーザビームを照射する照射手段と、該被検査物からのレーザビームの反射散乱光を、被検査物面に対し略垂直な方向を軸とする第1の方向に導く第1の反射光学系と、放物面鏡による反射を経て該第1の方向とは異なる複数の第2の方向に導く第2の反射光学系と、該第1の反射光学系の光に基づく第1の出力信号と該第2の反射光学系の光に基づく第2の出力信号とを比較する手段と、該比較結果を表示する手段とを備え、上記反射散乱光の指向性に基づき上記異物または欠陥を区別して検出するようにしたことを特徴とする異物・欠陥検



出装置。

【請求項4】

レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出装置であって、

上記被検査物に対しレーザビームの入射光路を第1の入射光路と第2の入射光路とに分割可能な照射手段と、該被検査物からのレーザビームの反射散乱光を、被検査物面に対し略垂直な方向を軸とする第1の方向に導く第1の反射光学系と、放物面鏡による反射を経て該第1の方向とは異なる複数の第2の方向に導く第2の反射光学系と、該第1の反射光学系の光に基づく第1の出力信号と該第2の反射光学系の光に基づく第2の出力信号との比較を上記第1の入射光路の場合と上記第2の入射光路の場合それぞれにおいて行う手段と、該比較結果を表示する手段とを備え、上記反射散乱光の指向性に基づき上記異物または欠陥を区別して検出するようにしたことを特徴とする異物・欠陥検出装置。

【請求項5】

レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出装置であって、

被検査物面に対しレーザビームの入射光路を第1の入射光路と第2の入射光路に分割可能な照射手段と、該被検査物の異物または欠陥からのレーザビームの反射散乱光を、該被検査物面に対し略垂直な第1の出射方向に導く第1の反射光学系と、該第1の出射方向とは異なる複数の第2の出射方向に導く第2の反射光学系と、該第1の反射光学系の光を光電変換して得た第1の出力信号と該第2の反射光学系の光を上記複数の第2の出射方向それぞれで光電変換して得た第2の出力信号とを加算し該加算結果を上記第1の入射光路の場合と上記第2の入射光路の場合につき比較する手段と、を備え、該比較結果による上記反射散乱光の指向性に基づき上記異物または欠陥を区別して検出するようにしたことを特徴とする異物・欠陥検出装置。

【請求項6】

レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出装置であって、

上記被検査物面に対しレーザビームの入射光路を第1の入射光路と第2の入射光路に分割可能な照射手段と、該被検査物の異物または欠陥からのレーザビームの反射散乱光を、該被検査物面に対し略垂直な第1の出射方向に導く第1の反射光学系と、放物面鏡で反射後該第1の出射方向とは異なる複数の第2の出射方向に導く第2の反射光学系と、上記第1の入射光路の場合における該第1の反射光学系の光を光電変換して得た第1の出力信号と上記第2の入射光路の場合における該第2の反射光学系の光を上記複数の第2の出射方向それぞれで光電変換して得た信号をさらに加算した第2の出力信号とを比較する手段と、該比較結果を表示する手段とを備え、上記反射散乱光の指向性に基づき上記異物または欠陥を区別して検出するようにしたことを特徴とする異物・欠陥検出装置。

【請求項7】

上記第1の入射光路は、上記被検査物面に対し略垂直な方向に光を入射させる構成である請求項4、5または6に記載の異物・欠陥検出装置。

【請求項8】

上記照射手段は、上記第1の入射光路と上記第2の入射光路とを切換え可能な構成である請求項4、5または6に記載の異物・欠陥検出装置。

【請求項9】

上記照射手段は、上記レーザビームをその波長により、反射するものと透過するものとに分け該分けたものの双方を同時出射可能な分離構成を有する請求項2、3または6に記載の異物・欠陥検出装置。

【請求項10】

レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出方法であって、

上記被検査物にレーザビームを照射するステップと、該被検査物の異物または欠陥からのレーザビームの反射散乱光を複数方向で検知して該反射散乱光の指向性を検出し電気信号として出力するステップと、該出力信号による該指向性検出結果を表示するステップと、を経て、上記異物または欠陥を区別して検出することを特徴とする異物・欠陥検出方法。

【請求項11】



レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出方法であって、

上記被検査物に対しレーザビームを第1の入射光路で照射するステップと、該第1の入射光路で照射された該レーザビームの該被検査物からの反射散乱光を複数方向で検知し該散乱光の指向性を電気信号として検出するステップと、該検出結果を記憶するステップと、レーザビームの入射光路を該第1の入射光路から第2の入射光路に切換えるステップと、該第2の入射光路で照射された該レーザビームの該被検査物からの反射散乱光を複数方向で検知し該散乱光の指向性を電気信号として検出するステップと、該検出結果と上記記憶した検出結果とを比較して表示するステップと、経て、該反射散乱光の指向性に基づき上記異物または欠陥を区別して検出することを特徴とする異物・欠陥検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、薄膜基板や半導体基板やフォトマスク等に微小な異物・欠陥が存在するときにそれを検出する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体基板や薄膜基板等の製造ラインにおいて、製造装置の発塵状況を監視するため、半導体基板や薄膜基板等の表面に付着した異物の検査が行われている。例えば、回路パターン形成前の半導体基板では、その表面において $0.1 \mu m$ 以下の微小な異物や欠陥の検出が必要である。従来、半導体基板等の試料上の微小な欠陥を検出する技術としては、例えば、米国特許第5,798,829号明細書（公報）に記載されているように、集光したレーザビームを試料上に固定照射して、半導体基板上に異物が付着している場合に発生する該異物からの散乱光を検出し、試料の回転と直進送りで試料全面の異物や欠陥を検査するものがある。散乱光の検出には楕円ミラーを用い、半導体基板上の検出位置を楕円の第1焦点位置とし、受光素子の受光面を第2焦点位置に配置することにより、異物で発生した散乱光を広い立体角で集光し、微小異物の検出もできるようにしてい

る。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

半導体基板（半導体ウェハ）や薄膜基板やフォトマスク等では、高密度化に伴い、例えば露光装置の焦点深度の負荷を低減させる目的で、CMP (Chemical Mechanical Polishing)による平坦化が行われ、その工程において、基板表面等にスクラッチと呼ばれる微小な傷が発生することがある。傷の場合の対策と、異物の場合の対策とでは対応する内容が異なるため、この傷を、異物とは区別して検出することが要求される。

本発明の課題点は、かかる状況に鑑み、（1）半導体ウェハ等の被検査物の傷等の欠陥と異物とを正確に区別して検出できること、（2）迅速な検出が可能であること、である。

本発明の目的は、かかる課題点を解決できる技術を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】

上記課題点を解決するために、本発明では、異物や、傷等の欠陥で発生するレーザビームの反射散乱光の指向性により、それらを互いに区別して検出する。具体的には、

（1）レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出装置として、上記被検査物にレーザビームを照射する照射手段（該当構成例：実施例符号102、104、104a、104b、1001、1202、1204a、1204b、1205、1402、1404a、1404b、1405、1002、801、1601～1603）と、該被検査物からの該レーザビームの反射散乱光を複数方向で検知し該検知結果を比較して該反射散乱光の指向性を検出する検出手段（該当構成例：実施例符号106、107、108a～108d、109a～109d、111、401a～401d、402～408、411、701、1101～1103、1301～1304、1501～1502、1504）とを備え、該指向性により上記異物または欠陥を区別して検出する構成とする。

(2) レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出装置として、上記被検査物に対しレーザビームの入射光路を第1の入射光路と第2の入射光路とに分けて照射する照射手段（該当構成例：実施例符号102、104a、104b、1001、1202、1204a、1204b、1205、1402、1404a、1404b、1405、1002、801）と、該レーザビームの該被検査物からの反射散乱光を、該第1の入射光路の場合と該第2の入射光路の場合のそれぞれにつき複数方向で検知し該反射散乱光の指向性を電気信号として出力する検出手段（該当構成例：実施例符号106、107、108a～108d、109a～109d、111、401a～401d、404、408、411、1101～1103、1301～1304、1501～1502、1504）と、を備え、該検出手出力により上記異物または欠陥を区別して検出する構成とする。

(3) レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出装置として、上記被検査物にレーザビームを照射する照射手段と、該被検査物からのレーザビームの反射散乱光を、被検査物面に対し略垂直な方向を軸とする第1の方向に導く第1の反射光学系（該当構成例：実施例符号110、1407）と、放物面鏡（該当構成例：実施例符号106）による反射を経て該第1の方向とは異なる複数の第2の方向に導く第2の反射光学系（該当構成例：実施例符号106、107、108a～108d、1406a～1406d）と、該第1の反射光学系の光に基づく第1の出力信号と該第2の反射光学系の光に基づく第2の出力信号とを比較する手段（該当構成例：実施例符号701、1304）と、該比較結果を表示する手段とを備え、上記反射散乱光の指向性に基づき上記異物または欠陥を区別して検出する構成とする。

(4) レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出装置として、上記被検査物に対しレーザビームの入射光路を第1の入射光路と第2の入射光路とに分割可能な照射手段と、該被検査物からのレーザビームの反射散乱光を、被検査物面に対し略垂直な方向を軸とする第1の方向に導く第1の反射光学系と、放物面鏡による反射を経て該第1の方向とは異なる複数の第2の方向に導く第2の反射光学系と、該第1の反射光学系の光に基づく第1の出力信号



と該第2の反射光学系の光に基づく第2の出力信号との比較を上記第1の入射光路の場合と上記第2の入射光路の場合それぞれにおいて行う手段と、該比較結果を表示する手段とを備え、上記反射散乱光の指向性に基づき上記異物または欠陥を区別して検出する構成とする。

(5) レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出装置として、被検査物面に対しレーザビームの入射光路を第1の入射光路と第2の入射光路に分割可能な照射手段と、該被検査物の異物または欠陥からのレーザビームの反射散乱光を、該被検査物面に対し略垂直な第1の出射方向に導く第1の反射光学系と、該第1の出射方向とは異なる複数の第2の出射方向に導く第2の反射光学系と、該第1の反射光学系の光を光電変換して得た第1の出力信号と該第2の反射光学系の光を上記複数の第2の出射方向それぞれで光電変換して得た第2の出力信号とを加算し該加算結果を上記第1の入射光路の場合と上記第2の入射光路の場合につき比較する手段と、を備え、該比較結果による上記反射散乱光の指向性に基づき上記異物または欠陥を区別して検出する構成とする。

(6) レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出装置として、上記被検査物面に対しレーザビームの入射光路を第1の入射光路と第2の入射光路に分割可能な照射手段と、該被検査物の異物または欠陥からのレーザビームの反射散乱光を、該被検査物面に対し略垂直な第1の出射方向に導く第1の反射光学系と、放物面鏡で反射後該第1の出射方向とは異なる複数の第2の出射方向に導く第2の反射光学系と、上記第1の入射光路の場合における該第1の反射光学系の光を光電変換して得た第1の出力信号と上記第2の入射光路の場合における該第2の反射光学系の光を上記複数の第2の出射方向それぞれで光電変換して得た信号をさらに加算した第2の出力信号とを比較する手段と、該比較結果を表示する手段とを備え、上記反射散乱光の指向性に基づき上記異物または欠陥を区別して検出する構成とする。

(7) 上記(4)、(5)または(6)において、上記第1の入射光路を、上記被検査物面に対し略垂直な方向に光を入射させる構成とする。

(8) 上記(4)、(5)または(6)において、上記照射手段を、上記第1の入射光路と上記第2の入射光路とを切換え可能な構成とする。

(9) 上記(2)、(3)または(6)において、上記照射手段を、上記レーザビームをその波長により、反射するものと透過するものとに分け該分けたものの双方を同時出射可能な分離構成を有するものとする。

(10) レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出方法として、上記被検査物にレーザビームを照射するステップと、該被検査物の異物または欠陥からのレーザビームの反射散乱光を複数箇所で検知して該反射散乱光の指向性を検出し電気信号として出力するステップと、該出力信号による該指向性検出結果を表示するステップと、を経て、上記異物または欠陥を区別して検出するようにする。

(11) レーザビームを用い被検査物の異物または欠陥を検出する異物・欠陥検出方法として、上記被検査物に対しレーザビームを第1の入射光路で照射するステップと、該第1の入射光路で照射された該レーザビームの該被検査物からの反射散乱光を複数方向で検知し該散乱光の指向性を電気信号として検出するステップと、該検出結果を記憶するステップと、レーザビームの入射光路を該第1の入射光路から第2の入射光路に切換えるステップと、該第2の入射光路で照射された該レーザビームの該被検査物からの反射散乱光を複数方向で検知し該散乱光の指向性を電気信号として検出するステップと、該検出結果と上記記憶した検出結果とを比較して表示するステップと、経て、該反射散乱光の指向性に基づき上記異物または欠陥を区別して検出するようにする。

【0005】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例につき、図面を用いて説明する。なお、実施例はいずれも、被検査物を半導体ウェハとした場合の例である。

図1及び図2は、本発明の第1の実施例で、半導体ウェハにおける傷等の欠陥や異物を区別して検出する装置の構成例を示す。図1は側面図、図2は平面図である。

本第1の実施例は、レーザビームを半導体ウェハに照射する照射手段としての照明光学系、傷や異物を検出する検出手段の一部としての検出光学系、及び被検査物走査機構を備えて成る。該照明光学系は、レーザ光源102、集光レンズ1

04を備えて構成される。該検出光学系は、放物面鏡106、四角錐鏡107、複数(4個)の集光レンズ108a～108d、及び複数(4個)の光電変換器109a～109dを備えて構成されている。また、該被検査物走査機構は、被検査物としての半導体ウェハ101を保持するチャック112、該半導体ウェハ101を回転させる回転機構113、及び、該半導体ウェハ101を半径方向に直進送りする直進送り機構114を備えて構成される。かかる構成において、照明光学系でレーザビームを半導体ウェハ101表面上の所定の位置105に照射し、半導体ウェハ101からの反射散乱光を、検出光学系において、集光レンズ108a～108dで集光し、それを光電変換器109a～109dで電気信号に変換する。該変換した各信号は、信号処理回路で信号処理し、上記散乱光の指向性に対応した信号として出力する。該出力信号は、表示部に入力して異物・傷(欠陥)の検出結果を該両者を区別した状態で表示する。これにより半導体ウェハ101上の異物・傷(欠陥)の検出及び区別または分類を行う。なお、上記動作時において、半導体ウェハ101は、被検査物走査機構で水平方向に回転走査及び直進移動される。これによって、該半導体ウェハ101の面上をスパイラル状に走査し、その面上の所定の全領域における傷等の欠陥や異物の検出及び区別または分類が可能となる。また、本実施例においては、全周型の放物面鏡が散乱光を有効に集光するため、検出感度及び検出精度を高くでき、微小な傷等の欠陥や異物も検出可能となる。ここで、照明光学系は、例えば、Arレーザや半導体レーザ等のレーザ光源102からのレーザビーム103を、集光レンズ104等により数十 μ m範囲に集光した状態で被検査物の半導体ウェハ101に対し斜め方向から照射する(以下、斜方照明という)ようにした構成であり、検出光学系の焦点位置に光が照射されるように調整されている。該斜方照明のレーザ照射角度は仰角略0～15°が適する。また、検出光学系は、照明光学系によって照射された光のうち、半導体ウェハ101からの散乱光が光電変換器109a～109dの位置で集光するように放物面鏡106、四角錐鏡107、集光レンズ108a～108dが構成されており、該散乱光に対する光学処理、例えば、偏光板や空間フィルタによる光学特性の変更・調整等もここで行われる。該光電変換器109a～109dとしては、例えば、TVカメラやCCDリニアセンサや

TDI (Time Delay Integration) センサやアンチブルーミングTDIセンサやフォトマル等を用いることができる。本第1の実施例において、被検査物としての半導体ウェハ101の表面の測定位置105は、放物面鏡106の焦点位置となるように調整されている。このため、該焦点位置で発生した反射散乱光のうち、該放物面鏡106に入射する散乱光は、該半導体ウェハの平面に対し略垂直上方に反射し、さらに四角錐鏡107で4つの方向に分離され、各集光レンズ108a～108dで各光電変換器109a～109dの受光面上に集光され電気信号に変換される。

【0006】

図3は、レーザビームが半導体ウェハの欠陥に照射されたとき、該欠陥により発生する反射散乱光の指向性の模式的説明図である。

図3において、方向性のある傷301で発生する散乱光302は、該傷301の長手方向の両側に強さが分布した指向性を有する。該指向性としての分布形状は該傷の形状や大きさによって異なる。一方、異物の場合、特に $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の異物の場合の反射散乱光は、指向性を持たず全方向的に強さが分布したものとなる。従って、該反射散乱光の指向性の有無や程度（分布形状等）を検出することにより、傷等の欠陥と異物との区別や、大きさ等の状態判断が可能となる。

【0007】

図4は反射散乱光の指向性を検出するための信号処理回路の構成例である。

図4において、アナログ処理回路401a～401dは、光電変換器109a～109dからの各出力を増幅するとともにノイズ処理等を行う。該アナログ処理回路401a～401dの出力は、加算回路402、403で加算された後、比較回路405で比較される。加算回路402の出力Aと加算回路403の出力Bの関係が、

$$|A - B| > k$$

のとき、反射散乱光には指向性があり、従って、該散乱光の発生源は傷等の欠陥であると判断される。また、本回路構成では、検出結果の、ノイズによる誤認識を回避するために、上記アナログ処理回路401a～401dの出力を加算回路404で加算後、該加算結果を比較回路406に入力してその出力が一定値以上

のときに異物または傷等の欠陥があるものと判断するようにしてある。該比較回路406の出力と上記比較回路405の出力をアンドゲート407に入力し、該比較回路406の出力で上記比較回路405の出力を制御する構成としてある。

本第1の実施例によれば、半導体ウェハ上の傷等の欠陥と、他の異物とを、ノイズの影響を排除した状態で正確かつ迅速に検出することができる。また、全周型の放物面鏡を用いて反射光学系を構成するため、反射散乱光の利用率が高く、このため、検出感度を高められ、小寸法の欠陥や異物までも区別した状態で検出可能である。

【0008】

図5、図6及び図7は、本発明の第2の実施例を示し、図5はその側面図、図6は平面図、図7は信号処理回路の構成例である。

本第2の実施例は、半導体ウェハ101からの反射散乱光のうち、該半導体ウェハ101の平面に略垂直な方向に進む反射散乱光と、その周囲部の反射散乱光であって放物面鏡106に入射して反射する反射散乱光との間での指向性を検出し、これに基づき、傷・異物の検出を行う場合の構成例である。図5、図6において、半導体ウェハ101の平面に略垂直な方向の反射散乱光は、集光レンズ110で集光し、四角錐鏡107の中心孔を通して光電変換器111に入射させて電気信号に変換する。放物面鏡106、四角錐鏡107、集光レンズ108a～108d、及び光電変換器109a～109dの構成及び作用については、上記第1の実施例の場合と同様である。光電変換器109a～109d及び111からの出力信号の信号処理は、図7の信号処理回路によって行う。図7において、光電変換器109a～109dからの出力は、各アナログ処理回路401a～401dで増幅やノイズ処理等を行い、該アナログ処理回路401a～401dの出力を加算回路404で加算する。また、光電変換器111からの出力はアナログ処理回路411で増幅やノイズ処理等を行う。該アナログ処理回路411の出力と上記加算回路404の出力を比較回路701で比較演算する。該演算結果の出力は表示部に入力され、該表示部では散乱光の発生源が傷等の欠陥かあるいは異物かを区別した状態で表示する。

本第2の実施例によれば、半導体ウェハ101の平面に略垂直な方向の反射散乱光をも検出用に利用できるため、高感度で傷や異物を検出できる。また、四角錐鏡107の中央部分に貫通孔を設けるため、該四角錐鏡を軽量化できる。その他の作用・効果については上記第1の実施例で述べたと同様である。

【0009】

図8は、本発明の第3の実施例を示す。

本第3の実施例は、半導体ウェハ101の平面に対し略垂直上方向からレーザビームを入射させる場合の構成例であり、放物面鏡106の側面に設けた開口を通してレーザビームを半導体ウェハ101の平面に略平行に導入する。その後、該ビームをミラー801で略垂直に半導体ウェハ101方向に反射する。該半導体ウェハ101から出た反射散乱光の処理方法は、信号処理及び処理結果の表示も含め、上記第1の実施例の場合と同様である。

本第3の実施例によれば、半導体ウェハ101の平面に対し略垂直上方向からレーザビームを照射するため、凹状の傷等に対してもその全面にレーザビームを当てることが可能である。このため、該凹状の傷等の欠陥を検出し易い。その他の作用・効果については上記第1の実施例の場合と同様である。

【0010】

図9は、本発明の第4の実施例を示す。

本第4の実施例は、半導体ウェハ101の平面に対し、上記第3の実施例と同様に、略垂直上方向からレーザビームを照射し、反射散乱光の指向性を、上記第2の実施例の場合と同様にして検知かつ表示して傷等の欠陥や異物を検出するようにした構成例である。

本第4の実施例によれば、上記第3の実施例の場合と同様、特に凹状の傷等の欠陥を検出し易い。また、上記第2の実施例の場合と同様、高感度で傷や異物を検出できる上、四角錐鏡107も軽量化が可能である。その他の作用・効果については上記第1の実施例の場合と同様である。

【0011】

図10及び図11は、本発明の第5の実施例を示す。

本第5の実施例は、半導体ウェハ101の平面に対し、上記第3及び第4の実

施例の場合と同様に略垂直上方向からレーザビームを照射する場合（垂直落射照明の場合）と、上記第1及び第2の実施例と同様に斜め方向からレーザビームを照射する場合（斜方照明の場合）とを切換えるようにした構成例である。図10において、該垂直落射照明と該斜方照明との切換えは、ミラー1001の光路内への挿入・除去によって行う。放物面鏡106、四角錐鏡107、集光レンズ108a～108d、及び光電変換器109a～109d等の構成及び作用については、上記第1の実施例の場合と同様である（図10では、集光レンズ108b、108d、及び光電変換器109b、109dは図示されない）。ミラー1001がレーザビームの光路上にある（挿入されている）場合は、レーザ光源102からのレーザビームは該ミラー1001で反射され、さらにミラー1002で反射され集光レンズ104bで集光されて、半導体ウェハ101の平面に対し斜め方向から入射する（斜方照明）。一方、ミラー1001がレーザビームの光路上にない（光路上から除去されている）場合は、レーザビームは、集光レンズ104aで集光された後、放物面鏡106の側面の開口部を通して半導体ウェハ101の平面に略平行に入り、放物面鏡106の内側に設けたミラー801により反射され、半導体ウェハ101の方向に略垂直に入射される（垂直落射照明）。垂直落射照明での半導体ウェハ101の全面検査を終了した後、上記ミラー1001を光路内へ挿入して斜方照明に切換えて全面検査を行い、垂直落射照明、斜方照明それぞれの検査結果を比較する。半導体ウェハ101からの反射散乱光は、上記第1の実施例の場合と同様、放物面鏡106で反射させるものも含め、四角錐鏡107で4つの方向に分けられ、それぞれ集光レンズ108a～108dで集光された後、光電変換器109a～109で電気信号に変換される。該変換された信号は図11の信号処理回路で処理される。図11において、401a～401dはアナログ処理回路、404は加算回路、1101は2値化回路、1102は記憶回路、1103は比較回路である。光電変換器109a～109dからの各出力信号は、アナログ処理回路401a～401dで増幅やノイズ処理等が行われ、加算回路404で加算される。垂直落射照明による検査で、該加算回路404の出力を2値化回路1101でしきい値と比較し、一定値以上のとき、その値と座標を記憶回路1102に記憶する。また、次に行う斜方照明による検

査で、加算回路404の出力を2値化回路1101でしきい値と比較し、一定値以上のときに、その値と座標を記憶回路1102の内容と比較回路1103で比較し、比較結果を表示部（図示していない）に表示する。座標が一致する傷等の欠陥または異物があったとき、検出値の大小比較で傷等の欠陥と異物とを区別し、かつ検出値レベルで欠陥の大きさを判断する。

本第5の実施例によれば、広範囲の欠陥や異物に対し高精度の検出が可能となる。その他の作用・効果については、上記第1及び第3の実施例の場合と同様である。

【0012】

図12及び図13は、本発明の第6の実施例を示す。

本第6の実施例は、レーザビームの照射は、半導体ウェハ101の平面に対し、上記第3及び第4の実施例と同様に、略垂直上方向からレーザビームを照射する場合（垂直落射照明の場合）と、上記第1及び第2の実施例と同様に、斜め方向からレーザビームを照射する場合（斜方照明の場合）とを切換えるようにし、かつ、反射散乱光の指向性の検出は、上記第4の実施例の場合と同様に、半導体ウェハ101からの反射散乱光のうち、該半導体ウェハ101の平面に略垂直上方向に進む反射散乱光と、放物面鏡106に入射しそこで反射した反射散乱光とを用いて行うようにした場合の構成例である。放物面鏡106、四角錐鏡107、集光レンズ108a～108d、及び光電変換器109a～109d、111の構成及び作用については、上記第4の実施例の場合と同様である（図12では、集光レンズ108b、108d、及び光電変換器109b、109dは図示されない）。ミラー1205がレーザビームの光路上にある場合は、レーザ光源1202からのレーザビームは該ミラー1205で反射され、さらにミラー1002で反射された後、集光レンズ1204bで集光されて、半導体ウェハ101の平面に対し斜め方向から入射する（斜方照明）。一方、ミラー1205がレーザビームの光路上にない場合は、レーザビームは、集光レンズ1204aで集光され、放物面鏡106の側面の開口部を通して半導体ウェハ101の平面に対し略平行に入り、放物面鏡106の内部に設けたミラー801により反射され半導体ウェハ101方向に略垂直に入射される（垂直落射照明）。半導体ウェハ101

の平面に略垂直な方向の反射散乱光は、集光レンズ110で集光し、四角錐鏡107の中心孔を通って光電変換器111に入射し電気信号に変換される。放物面鏡106、四角錐鏡107、集光レンズ108a～108d、及び光電変換器109a～109dの構成及び作用については、上記第4の実施例の場合と同様である。光電変換器109a～109d及び111からの出力信号の信号処理は、図13の信号処理回路によって行う。

【0013】

図13において、(a)は、光電変換器109a～109dからの信号と光電変換器111からの信号とを全部加算したものを、該垂直落射照明の場合と該斜方照明の場合につき比較して反射散乱光の指向性を検知する場合であり、(b)は、上記垂直落射照明の場合の光電変換器111からの信号を処理したものと、上記斜方照明の場合の光電変換器109a～109dからの信号を加算処理したものとを比較して反射散乱光の指向性を検知する場合である。いずれの場合も比較回路の出力は表示部(図示なし)に入力され、画面上に反射散乱光の指向性関連情報が、傷等の欠陥と異物とを区別可能な状態で表示されるようになっている。

図13(a)においては、垂直落射照明による検査で、光電変換器109a～109dからの信号と光電変換器111からの信号はそれぞれ、アナログ処理回路401a～401d、411で増幅やノイズ処理等を行い、加算回路408で加算する。該加算回路408の出力は2値化回路1501でしきい値と比較し、一定値以上のとき、その値と座標を記憶回路1502に記憶する。また、次に行う斜方照明による検査で、加算回路408の出力を2値化回路1501でしきい値と比較し、一定値以上のときに、その値と座標を記憶回路1502の内容と比較回路1504で比較し、比較結果を表示部に表示する。比較の結果、座標が一致する傷等の欠陥または異物があったとき、該比較回路1504における検出値の大小比較で傷等の欠陥と異物とを区別し、かつ検出値レベルで欠陥の大きさを判断する。また、図13(b)においては、垂直落射照明の場合、光電変換器111の出力信号は、アナログ処理回路411で増幅やノイズ処理等が行われ、2値化回路1302に入力される。該2値化回路1302ではしきい値と比較され

、一定値以上のとき、その値と座標位置が記憶回路1303に記憶される。また、斜方照明の場合は、光電変換器109a～109dからの各出力信号は、アナログ処理回路401a～401dで増幅やノイズ処理等が行われ、加算回路404で加算される。該加算回路404の出力は2値化回路1301でしきい値と比較され、一定値以上のときその値と座標位置が比較回路1304に入力される。該比較回路1304では、該2値化回路1301からの入力内容と上記記憶回路1303の記憶内容とが比較され、比較結果は表示部（図示しない）に表示される。比較の結果、座標位置が一致する場合に該座標位置に異物または欠陥があるとされ、検出値の大小比較により傷等の欠陥か異物かが区別され、かつ検出値レベルにより欠陥または異物の大きさが判断される。

なお、上記図13（b）の信号処理回路では、垂直落射照明の場合は光電変換器111の出力信号を利用し、斜方照明の場合は光電変換器109a～109dからの各出力信号を用いる構成としたが、本発明はこれに限定されず、この他、例えば、垂直落射照明の場合と斜方照明の場合のそれぞれで、光電変換器111の出力信号を処理したものと光電変換器109a～109dからの各出力信号を処理したものとの双方を用い、それぞれの場合でお互いを比較するようにしてもよい。

本第6の実施例によれば、上記第4の実施例における効果と上記第5の実施例における効果とが併せて得られる。特に凹状の傷等の欠陥を検出し易いし、また、高感度で傷や異物を検出できる上、四角錐鏡107の軽量化も可能である。その他の作用・効果についても上記第4、第5の実施例の場合と同様である。

【0014】

図14及び図15は、本発明の第7の実施例を示す。

本第7の実施例は、上記垂直落射照明と上記斜方照明とを切換えずに、同時に行えるようにした場合の構成例である。図14は装置構成を示し、図15は信号処理回路の構成を示す。図14において、レーザ光源のマルチ発振レーザ1402からのレーザビームを、波長分離ミラー1405により、波長で垂直落射照明用ビームと斜方照明用ビームとに分け、両ビームを半導体ウェハに対し同時に照射する。放物面鏡106、四角錐鏡107、集光レンズ108a～108d（図

14では、集光レンズ108b、108dは図示されない)、及び光電変換器109a～109d(図14では、光電変換器109b、109dは図示されない)、111の構成及び作用については、上記第6の実施例の場合と同様である。また、シャープカットフィルタ1406a～1406d、1407を設け、光電変換器109a～109dでは斜方照明による散乱光を検出し、光電変換器111では垂直落射照明による散乱光を検出するようとする。また、図15において、垂直落射照明による光電変換器111の出力信号は、アナログ処理回路411で増幅やノイズ処理等が行われ、2値化回路1302に入力される。該2値化回路1302ではしきい値と比較され、一定値以上のとき、その値と座標位置が出力され比較回路1304に入力される。また、斜方照明による光電変換器109a～109dからの各出力信号は、アナログ処理回路401a～401dで増幅やノイズ処理等が行われ、加算回路404で加算される。該加算回路404の出力は2値化回路1301でしきい値と比較され、一定値以上のときその値と座標位置が比較回路1304に入力される。該比較回路1304では、該両2値化回路1301、1302からの入力内容が比較され、比較結果は表示部(図示しない)に表示される。該比較の結果、座標位置が一致する場合に該座標位置に異物または欠陥があるとされ、検出値の大小比較により傷等の欠陥か異物かが区別され、かつ検出値レベルにより欠陥または異物の大きさが判断される。本第7の実施例では上記第6の実施例と異なり、該2値化回路1302の出力は記憶されずに直接、比較回路1304に入力される。

本第7の実施例によれば、垂直落射照明と斜方照明とを切換える必要がないため、特に短時間に検出処理を行うことができるし、該切換えのための構成も不要なため照射手段としての入射光学系の構成を簡易化できる。その他の作用・効果については、上記第6の実施例の場合と同様である。

【0015】

図16は、本発明の第8の実施例を示す。

本実施例は、検査の高速化のために、被検査物としての半導体ウェハのスパイラル走査と、照明用レーザビームスキャンを併用する構成において、レーザ光源102からの射出光をビームエキスパンダ1601で拡大し、スキャナで半導体

ウェハの半径方向にレーザビームをスキャンさせる方法である。本実施例の構成は、上記第1～第7の実施例の構成に対しても適用可能である。スキャナとして、ガルバノミラー、ポリゴンミラー、光音響素子（AOD（Acoustic Optical Deflector））等を使用できる。

【0016】

なお、上記実施例では、被検査物が半導体ウェハの場合につき説明したが、被検査物としてはこれに限らず、この他、薄膜基板やフォトマスク、TFTパネル、PDP（プラズマディスプレイパネル）等であってもよい。また、レーザ光源としては、UV、DUVレーザ等であってもよい。また、被検査物へのレーザビームの入射光路を分割する実施例では、該入射光路を2つの光路に分割する構成につき説明したが、本発明はこれに限定されず、分割光路数は3つ以上であってもよい。また、反射散乱光の検知用光路の方向や数及び光電変換器の位置や数も実施例の構成に限定されない。例えば、被検査物面に略垂直な方向に、反射散乱光の検知用光路を複数形成し複数の光電変換器で検知するようにしてもよい。

【0017】

【発明の効果】

本発明によれば、被検査物における傷等の欠陥と異物とを正確に区別して検出できる。また、迅速な検出も可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施例を示す図である。

【図2】

本発明の第1の実施例の平面図である。

【図3】

反射散乱光の指向性の説明図である。

【図4】

本発明の第1の実施例における信号処理回路を示す図である。

【図5】

本発明の第2の実施例を示す図である。

【図6】

本発明の第2の実施例の平面図である。

【図7】

本発明の第2の実施例における信号処理回路を示す図である。

【図8】

本発明の第3の実施例を示す図である。

【図9】

本発明の第4の実施例を示す図である。

【図10】

本発明の第5の実施例を示す図である。

【図11】

本発明の第5の実施例における信号処理回路を示す図である。

【図12】

本発明の第6の実施例を示す図である。

【図13】

本発明の第6の実施例における信号処理回路を示す図である。

【図14】

本発明の第7の実施例を示す図である。

【図15】

本発明の第7の実施例における信号処理回路を示す図である。

【図16】

本発明の第8の実施例を示す図である。

【符号の説明】

101…半導体ウェハ、 102…レーザ光源、 106…放物面鏡、 1074…四角錐鏡、 104、 108a～108d…集光レンズ、 801、 1001、 1205…ミラー、 109a～109d、 111…光電変換器、 401a～401d、 411…アナログ処理回路、 402～404、 408…加算回路、 1301、 1302、 1501…2値化回路、 1303、 1502…記憶回路、 405、 406、 701、 1103、 1304、 1504…比較回

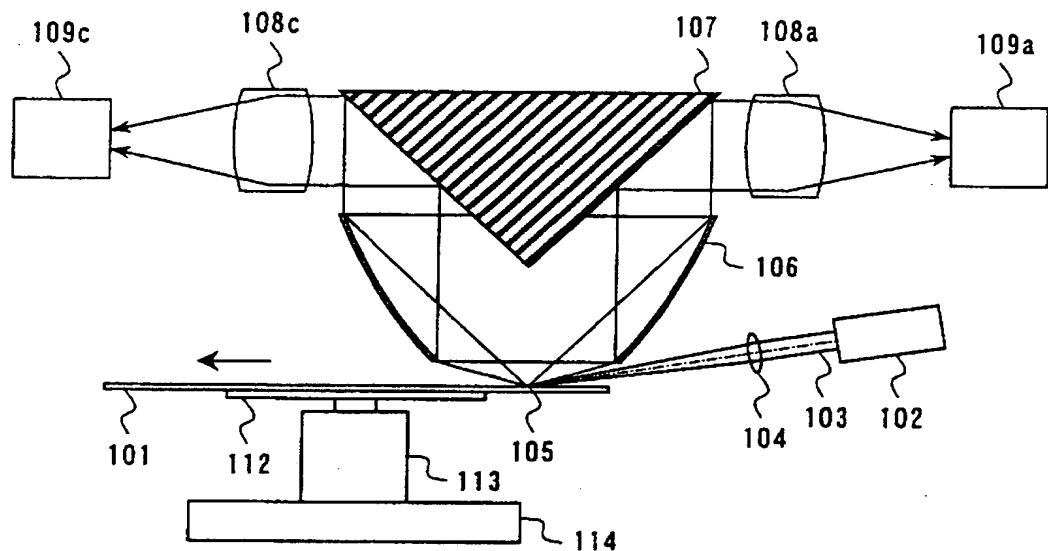
特2000-388628

路、 407…アンドゲート、 1001…ミラー、 1405…波長分離ミラー。
一。

【書類名】 図面

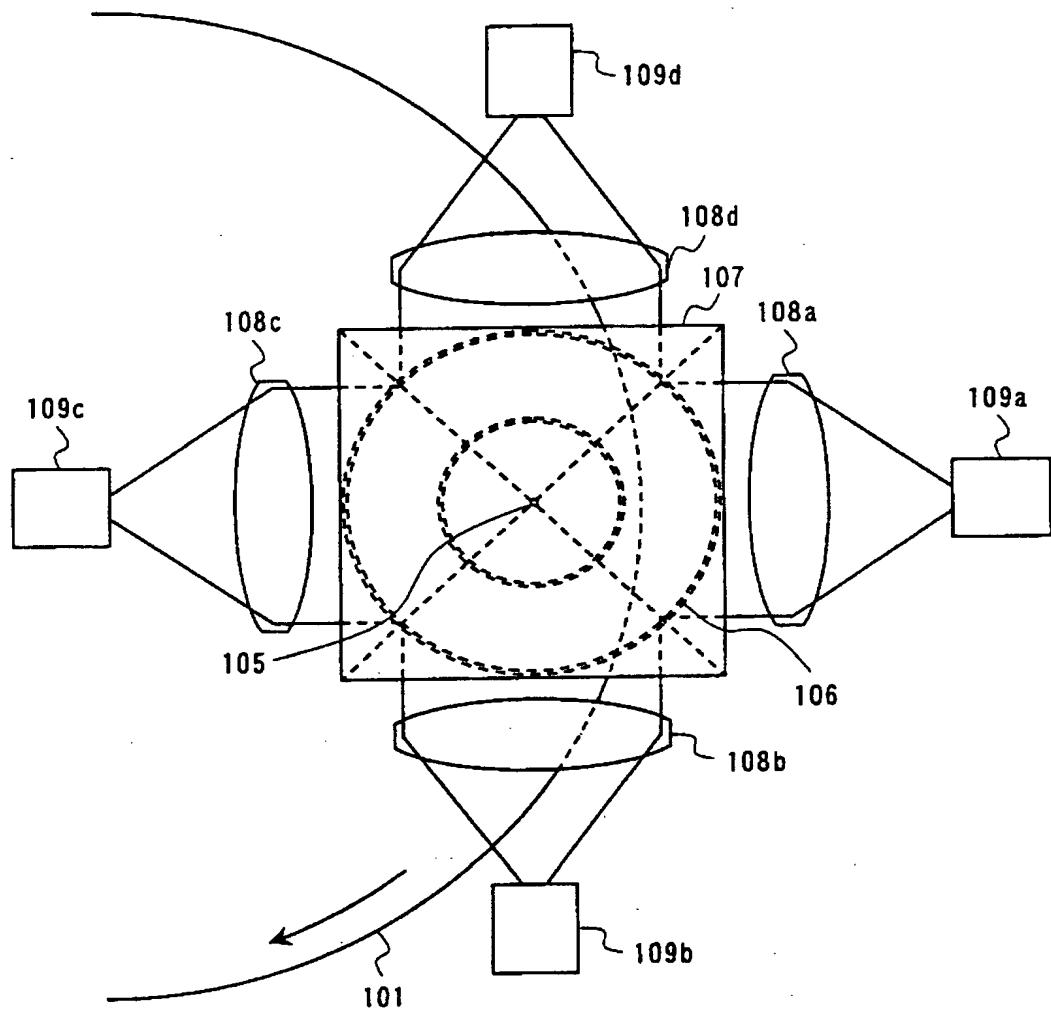
【図1】

図 1



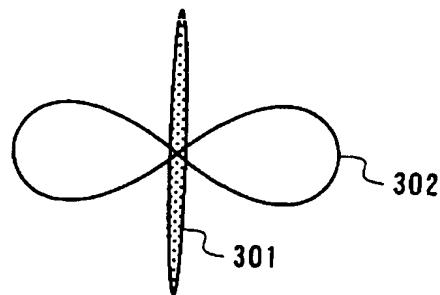
【図2】

図 2



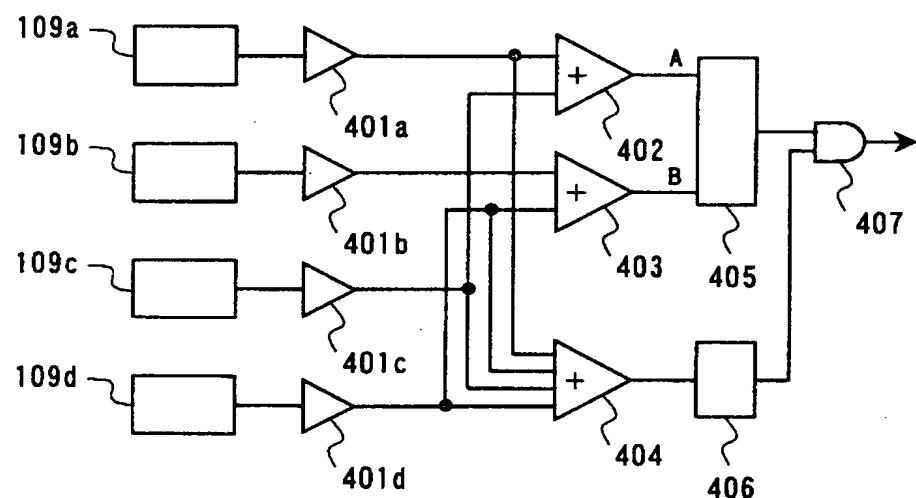
【図3】

図 3



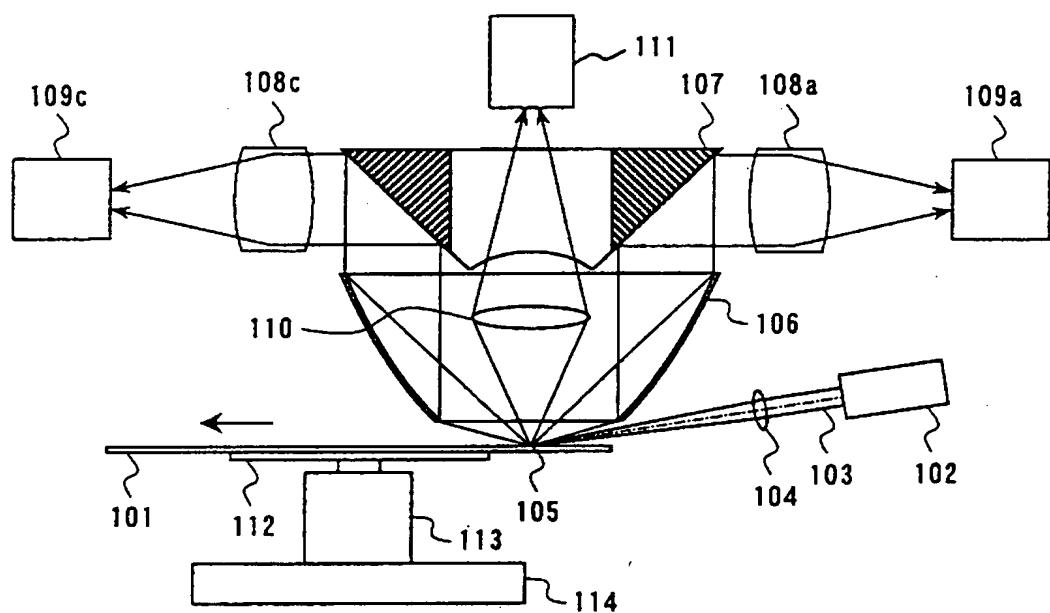
【図4】

図 4



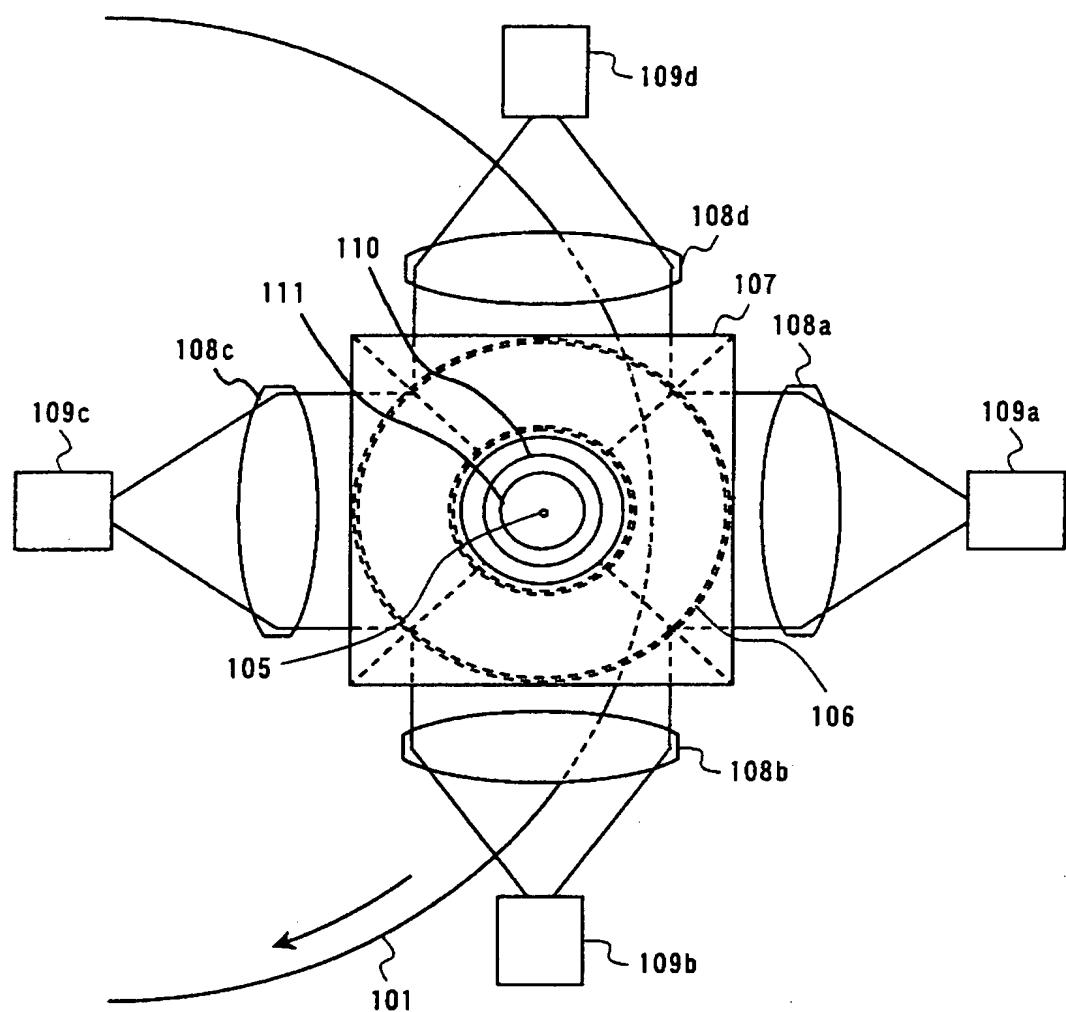
【図5】

図 5



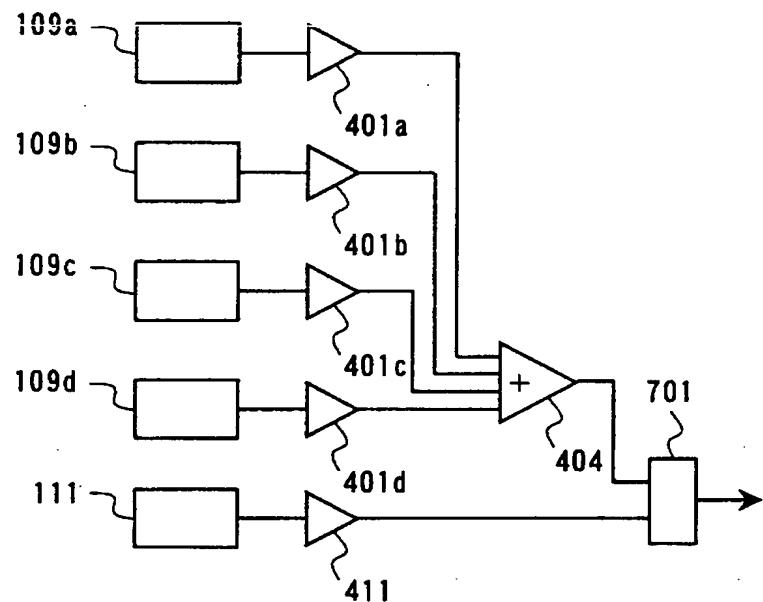
【図6】

図 6



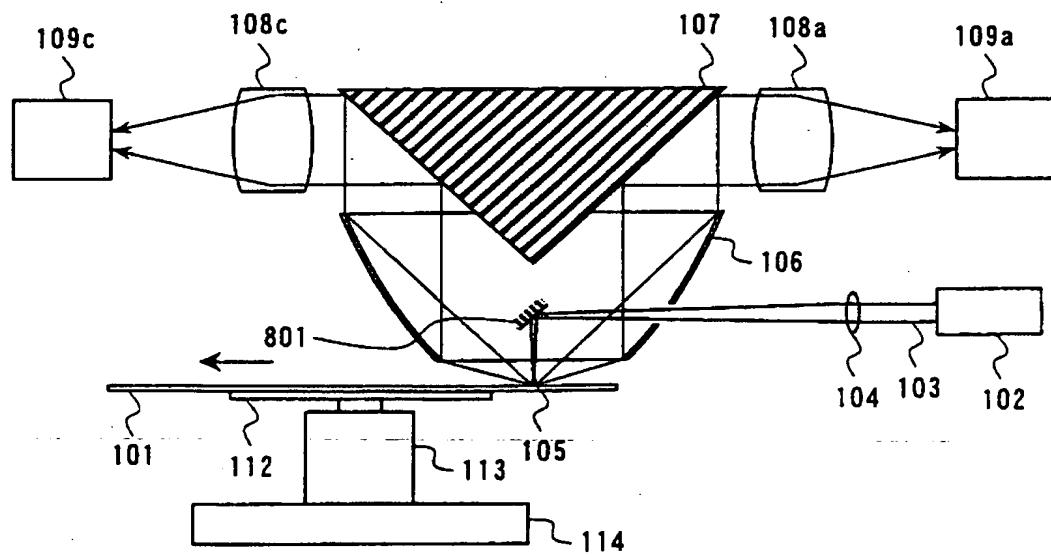
【図7】

図 7



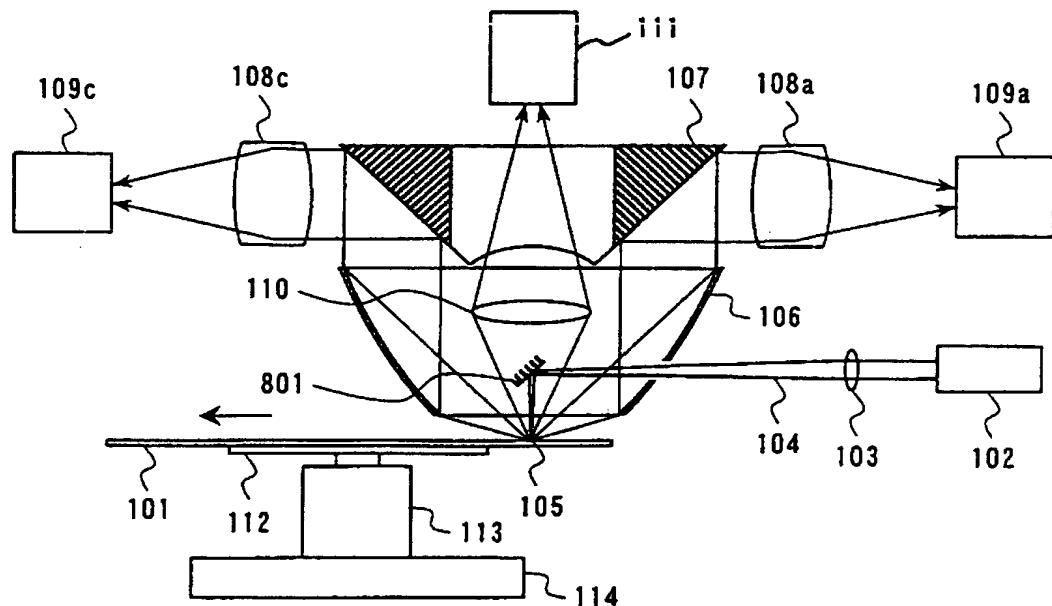
【図8】

図 8



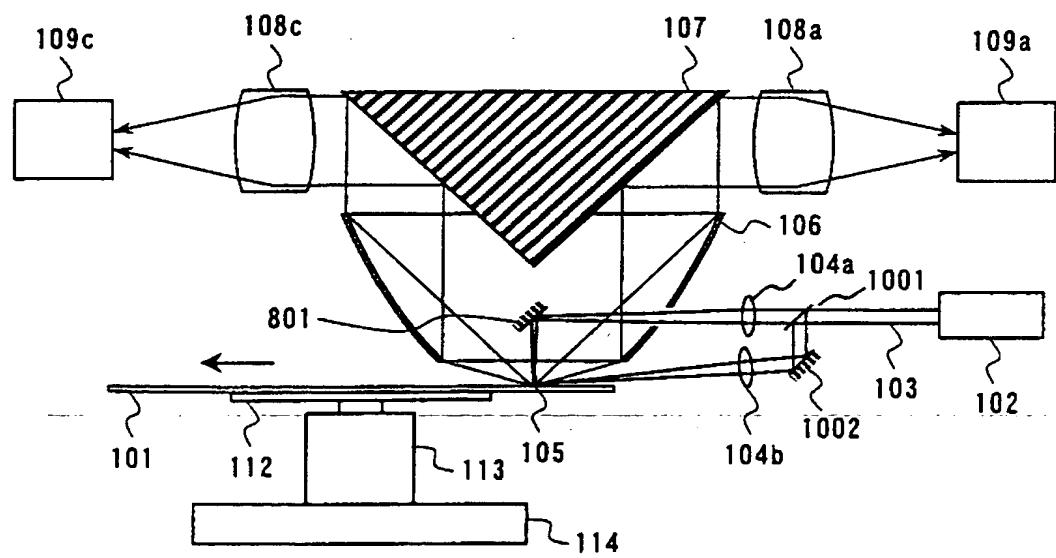
【図9】

図 9



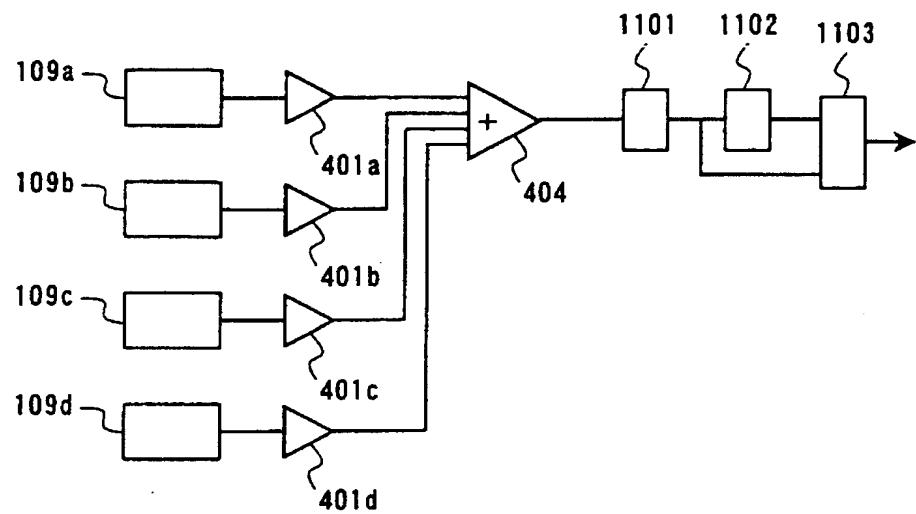
【図10】

図 10



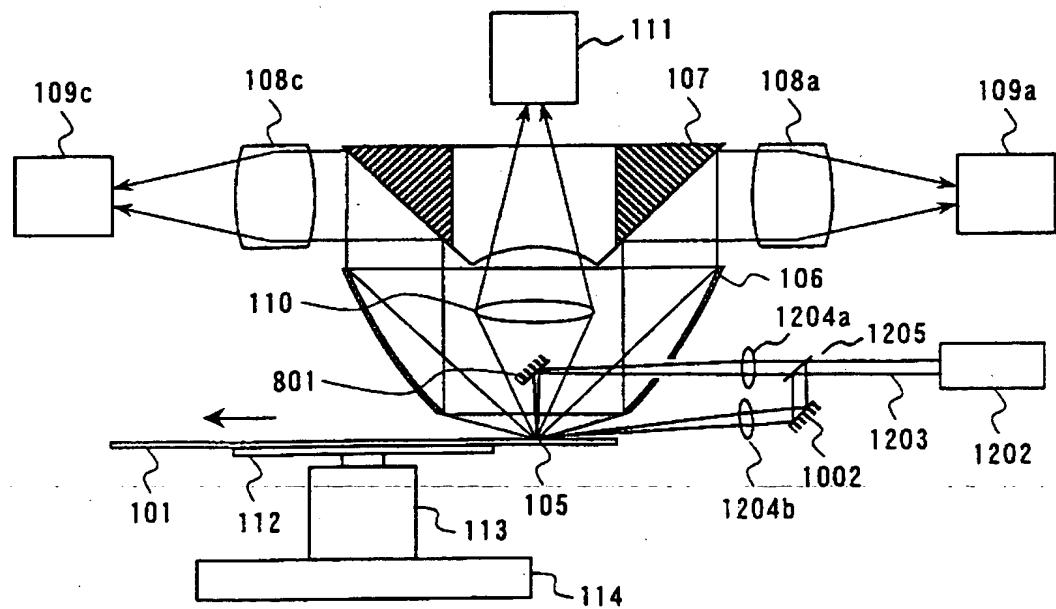
【図11】

図 11



【図12】

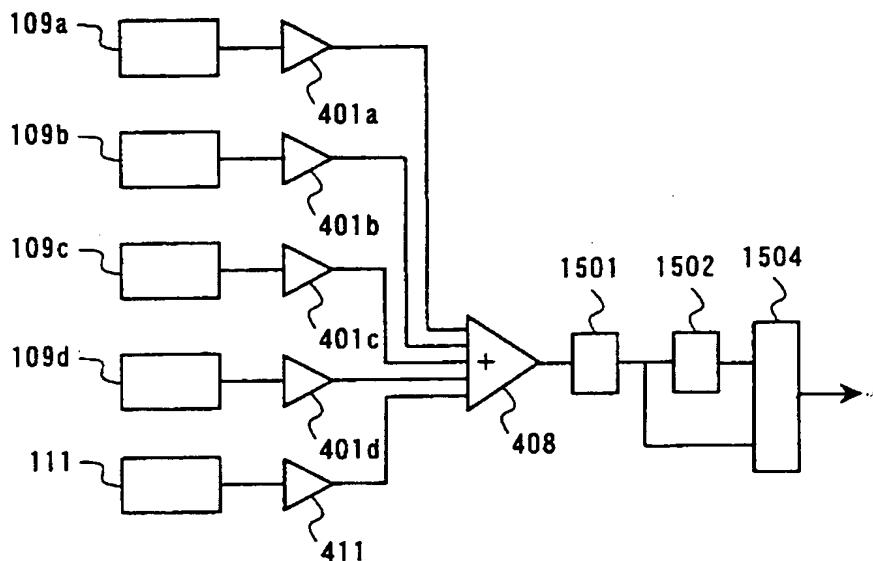
図 12



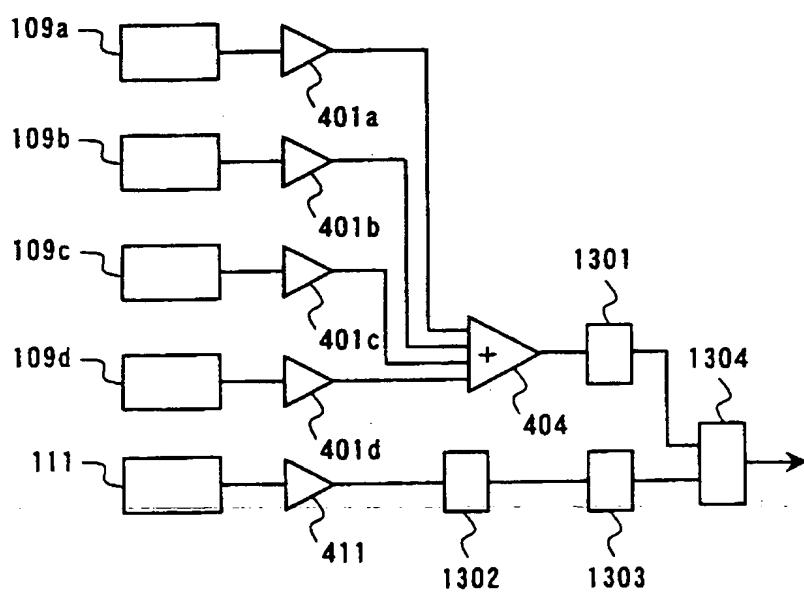
【図13】

図 13

(a)

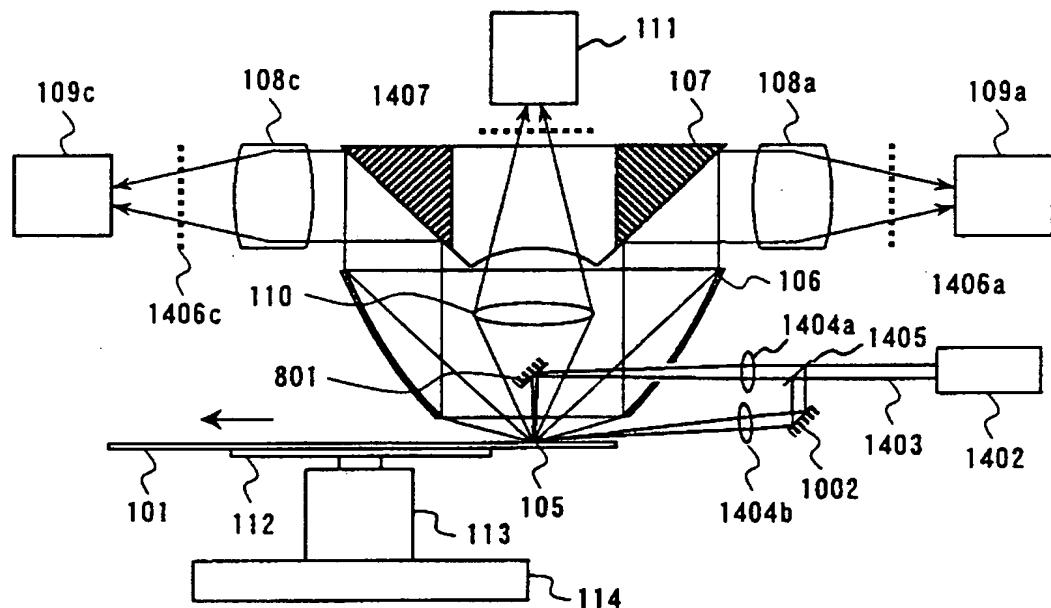


(b)



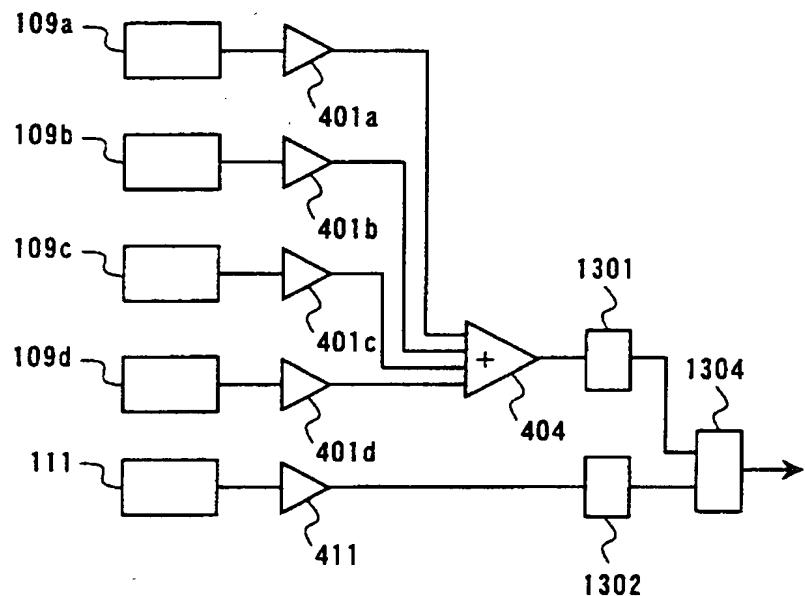
【図14】

図 14



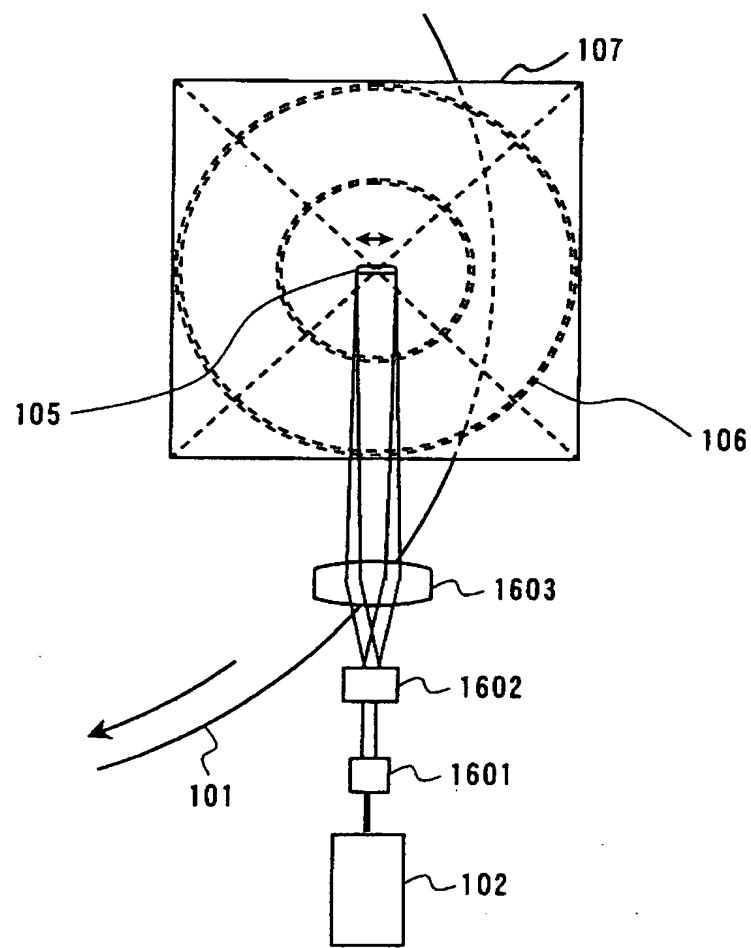
【図15】

図 15



【図16】

図 16



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

半導体ウェハ等被検査物の検査において、傷等の欠陥と異物とを正確かつ迅速に区別して検出する。

【解決手段】

被検査物に照射されたレーザビームの該被検査物からの反射散乱光を複数方向で検知し該検知結果を比較して該反射散乱光の指向性を検出する検出手段を備える。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所

出願人履歴情報

識別番号 [000233480]

1. 変更年月日 1994年 9月20日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都渋谷区東3丁目16番3号
氏 名 日立電子エンジニアリング株式会社